

【特許請求の範囲】

【請求項1】ソース装置を1つ以上のターゲット装置に接続するネットワーク・システムにおいて、最小遅延によりネットワーク故障を検出する方法であって、前記ネットワーク・システムが、可変通信帯域幅を有し、故障によらない間欠的切断を受けやすい複数の通信リンクの任意の1つを介して動作するものにおいて、

前記1つ以上のターゲット装置の1装置のネットワーク・サービス要求タイムアウト期間を初期化するステップと、

前記1つ以上のターゲット装置の前記1装置への複数のネットワーク・サービス要求の各々に対して、

前記通信リンクを介して前記ネットワーク・サービス要求を発行するステップと、

前記ネットワーク・サービス要求が前記タイムアウト期間内に満たされない場合、ネットワーク故障を通知するステップと、

前記ネットワーク・サービス要求が満たされる場合、ネットワーク・サービス要求時間測定するステップと、

前記ネットワーク・サービス要求時間に応答して、前記タイムアウト期間を変更するステップと、

を繰り返し実行するステップと、
を含む、方法。

【請求項2】前記初期化ステップが、

前記ターゲット装置の各々に対する最小タイムアウト値及び最大タイムアウト値を受信するステップと、
前記1つ以上のターゲット装置の前記1装置に対して、
前記ネットワーク・サービス要求タイムアウト期間を前記最大タイムアウト値に設定するステップと、
を含む、請求項1記載の方法。

【請求項3】前記ソース装置がシステム・クロックを含み、前記測定ステップが、

前記システム・クロックを読み出し、第1のシステム・クロック値を記憶領域に記憶するステップと、
前記タイムアウト期間の終了以前に前記ネットワーク・サービス要求が成功裡に完了したときに、前記システム・クロックを読み出し、第2のシステム・クロック値を決定するステップと、

前記ネットワーク・サービス要求時間を、前記第2のシステム・クロック値と前記第1のシステム・クロック値との差として決定するステップと、
を含む、請求項1記載の方法。

【請求項4】前記変更ステップが、

前記ネットワーク・サービス要求時間が前記最小タイムアウト値以下の場合、前記タイムアウト期間を前記最小タイムアウト値に設定するステップと、

前記ネットワーク・サービス要求時間が前記最小タイムアウト値よりも大きい場合、前記タイムアウト期間を、前記ネットワーク・サービス要求時間とサービス要求バッファ・インターバルとの和、または前記最大タイムア

ウト値のいずれか小さい方に設定するステップと、
を含む、請求項2記載の方法。

【請求項5】前記通知ステップが、
独立タイマを前記タイムアウト期間により初期化するステップと、

前記ネットワーク・サービス要求が発行されるときに、
前記独立タイマを始動するステップと、

前記独立タイマが前記タイムアウト期間を満了する以前に、前記ネットワーク・サービス要求が満たされた場合、前記独立タイマを取り消すステップと、

前記ネットワーク・サービス要求が満たされる以前に、
前記独立タイマが前記タイムアウト期間を満了する場合、前記ネットワーク・サービス要求を取り消し、前記独立タイマを取り消し、前記ネットワーク故障を通知するステップと、
を含む、請求項1記載の方法。

【請求項6】前記ネットワーク・サービス要求が複数のネットワーク・サービス要求タイプの任意の1つであり、前記サービス要求バッファ値及び前記タイムアウト期間が記憶され、前記各ネットワーク・サービス要求タイプに対して独立に適用される、請求項4記載の方法。

【請求項7】前記ネットワーク・サービス要求が低レベル・ファイル・システム要求である、請求項1記載の方法。

【請求項8】前記ネットワーク故障の通知に応答して、前記ソース装置を切断状態に設定するステップを含む、請求項1記載の方法。

【請求項9】ネットワーク・サービス要求を発行する以前に、前記ネットワークの接続状態をテストするステップと、
前記ソース装置が前記切断状態にある任意の期間の間に、接続状態を周期的にテストするステップと、
を含む、請求項8記載の方法。

【請求項10】所定回数の試行の後、前記ネットワーク・サービス要求を受け取ったことを前記ターゲット装置が通知できないことに応答して、前記ソース装置を無活動状態に設定するステップと、
再接続に際して、前記ターゲット装置から前記ソース装置に信号を送信するステップと、
を含む、請求項9記載の方法。

【請求項11】前記ソース装置が前記切断状態の場合、前記ネットワーク・サービス要求をソース装置キャッシュから満たすステップを含む、請求項8記載の方法。

【請求項12】ネットワーク・システムに接続される分散コンピュータ・システムにおいて使用されるコンピュータ・プログラム製品であって、
ソース装置を1つ以上のターゲット装置に接続するネットワーク・システムにおいて、最小遅延によりネットワーク故障を検出するためのコンピュータ読み出し可能プログラム・コード手段を含むコンピュータ使用可能媒体を

含み、前記ネットワーク・システムが、可変通信帯域幅を有し、故障によらない間欠的切断を受けやすい複数の通信リンクの任意の1つを介して動作するものにおいて、前記コンピュータ・プログラム製品が、前記1つ以上のターゲット装置の1装置のネットワーク・サービス要求タイムアウト期間を初期化するようコンピュータに指示するコンピュータ読出し可能プログラム・コード手段と、

前記1つ以上のターゲット装置の前記1装置への複数のネットワーク・サービス要求の各々に対して、前記

前記通信リンクを介して前記ネットワーク・サービス要求を発行するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、

前記ネットワーク・サービス要求が前記タイムアウト期間内に満たされない場合、ネットワーク故障を通知するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、

前記ネットワーク・サービス要求が満たされる場合、ネットワーク・サービス要求時間を測定するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、

前記ネットワーク・サービス要求時間に応答して、前記タイムアウト期間を変更するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、それを繰り返すようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、を含む、コンピュータ・プログラム製品。

【請求項13】前記初期化のためのコンピュータ・プログラム製品手段が、前記1つ以上のターゲット装置の各々に対する最小タイムアウト値及び最大タイムアウト値を受信するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、

前記1つ以上のターゲット装置の前記1装置に対して、前記ネットワーク・サービス要求タイムアウト期間を前記最大タイムアウト値に設定するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、を含む、請求項12記載のコンピュータ・プログラム製品。

【請求項14】前記ソース装置がシステム・クロックを含み、前記測定のためのコンピュータ・プログラム製品手段が、

前記システム・クロックを読み出し、第1のシステム・クロック値を記憶領域に記憶するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、前記タイムアウト期間の終了以前に前記ネットワーク・サービス要求が成功裡に完了したときに、前記システム・クロックを読み出し、第2のシステム・クロック値を決定するようコンピュータ・システムに指示するコンピュ

ータ・プログラム製品手段と、

前記ネットワーク・サービス要求時間を、前記第2のシステム・クロック値と前記第1のシステム・クロック値との差として決定するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、を含む、請求項12記載のコンピュータ・プログラム製品。

【請求項15】前記変更のためのコンピュータ・プログラム製品手段が、

前記ネットワーク・サービス要求時間が前記最小タイムアウト値以下の場合、前記タイムアウト期間を前記最小タイムアウト値に設定するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、前記ネットワーク・サービス要求時間が前記最小タイムアウト値よりも大きい場合、前記タイムアウト期間を、前記ネットワーク・サービス要求時間とサービス要求バッファ・インターバルとの和、または前記最大タイムアウト値のいずれか小さい方に設定するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、を含む、請求項12記載のコンピュータ・プログラム製品。

【請求項16】前記通知のためのコンピュータ・プログラム製品手段が、前記独立タイマを前記タイムアウト期間により初期化するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、

前記ネットワーク・サービス要求が発行されるときに、前記独立タイマを始動するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、前記独立タイマが前記タイムアウト期間を満了する以前に、前記ネットワーク・サービス要求が満たされる場合、前記独立タイマを取り消すようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、前記ネットワーク・サービス要求が満たされる以前に、前記独立タイマが前記タイムアウト期間を満了する場合、前記ネットワーク・サービス要求を取り消し、前記独立タイマを取り消し、前記ネットワーク故障を通知するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、

を含む、請求項12記載のコンピュータ・プログラム製品。

【請求項17】前記ネットワーク・サービス要求が複数のネットワーク・サービス要求タイプの任意の1つであり、前記サービス要求バッファ値及び前記タイムアウト期間が記憶され、前記各ネットワーク・サービス要求タイプに対して独立に適用される、請求項15記載のコンピュータ・プログラム製品。

【請求項18】前記ネットワーク・サービス要求が低レベル・ファイル・システム要求である、請求項12記載

のコンピュータ・プログラム製品。

【請求項19】前記ネットワーク故障の通知に応答して、前記ソース装置を切断状態に設定するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段を含む、請求項12記載のコンピュータ・プログラム製品。

【請求項20】ネットワーク・サービス要求を発行する以前に、前記ネットワークの接続状態をテストするようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、

前記ソース装置が前記切断状態にある任意の期間の間に、接続状態を周期的にテストするようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、

を含む、請求項19記載のコンピュータ・プログラム製品。

【請求項21】所定回数の試行の後、前記ネットワーク・サービス要求を受け取ったことを前記ターゲット装置が通知できないことに応答して、前記ソース装置を無活動状態に設定するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、

再接続に際して、前記ターゲット装置から前記ソース装置に信号を送信するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、

を含む、請求項20記載のコンピュータ・プログラム製品。

【請求項22】前記ソース装置が前記切断状態の場合、前記ネットワーク・サービス要求をソース装置キャッシュから満たすようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段を含む、請求項19記載のコンピュータ・プログラム製品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電子データ処理システムに関し、特に、遠隔サーバからデータをアクセスする分散データ処理システムに関する。より詳細には、本発明は可変帯域幅のネットワーク上で、低レベル・ファイル・システム要求をモニタする装置及びプロセスに関する。

【0002】

【従来の技術】個々のコンピュータ・システムは、ローカル・エリア・ネットワーク（LAN）または広域ネットワーク（WAN）により、しばしば他のコンピュータ・システムに接続される。相互接続されるシステムは、ディスク記憶装置及びプリンタなどの、システム資源を共用できる。クライアント/サーバ・システムはこの環境において、クライアント・ワークステーション及びサーバ・ワークステーション間で、処理、記憶、または機能を分散することにより実現される。クライアント・ワークステーションは要求を生成し、その要求はサーバ・

ワークステーションにより満たされる。

【0003】LAN/WANネットワークは通常、各ワークステーションが、サーバとの定義済み帯域幅の永久接続を有するように実現される。永久接続及び定義済み帯域幅は、クライアント・システムとサーバ・システム間で比較的一様なアクセス時間を提供する。

【0004】分散端末システムは、端末とコンピュータ・システム間の非同期接続を用いて実現される。非同期接続は、専用線またはダイアル呼び出し電話回線を介し得る。非同期処理は通信速度の多大な変化を許容する。システム上での各要求は、伝送における切断または遅延がシステムにより認識され処理されるように、応答され得る。失われた伝送は、メッセージ全体が受信されるまで再送され得る。非同期処理は非常に多彩な接続媒体を許容するが、通常は、直接接続されるLANワークステーションよりも大きなオーバヘッドにより、低速となる。

【0005】成長を続けるネットワーク市場は、ワークステーションを相互接続する多数の方法を生んだ。1つのアプローチは、電話回線によりLANへの非同期接続を可能にする。このアプローチはIBM LAN Distanceプログラム製品において見い出される。この製品は、クライアント・ワークステーションが遠隔位置からLANにダイアル接続することを可能にする。この技法は、クライアント・ワークステーション及びサーバ・ワークステーションの両方において、特定のLAN Distanceソフトウェアを要求する。

【0006】別の相互接続技術は、赤外線（IR）接続である。赤外線直接アクセス接続（IRDA）は、従来の配線を、赤外線信号によりデータ伝送する無線システムにより置換する。IRDAシステムの1つの欠点は、視覚パス経路内の物理障害が、赤外線装置の間欠的切断を生じることである。IRDAリンクを介して動作するソフトウェアは、間欠的切断を通じて、処理を継続できなければならない。

【0007】無線周波数（RF）リンクは、LANに接続するための別の無線方法である。RF信号もまた間欠的中断を受ける。

【0008】セルラ電話技術は、LAN接続のための更に別の無線方法を提供する。セルラ信号は、交換による中断、若しくはトンネルまたは構造などの物理障害による中断を受ける。

【0009】これらの技術は、遠隔クライアントへのデータ通信リンクを確立する機構を提供する。これらの機構は、増加しつつある人々により使用される多数の移動製品に組み込まれる。ラップトップまたはパームトップ・コンピュータ・システム、及びパーソナル・デジタル・アシスタント（PDA）などの移動製品は、遠隔装置からサーバに直接接続するために、しばしば無線通信データ・リンクを使用する。

【0010】移動クライアントに対してサーバとして機能するコンピュータは、通常、クライアント・システムがサーバ上でファイルを記憶及びアクセスすることを可能にするサーバ・ファイル管理システムを含む。このファイル管理システムは、サーバ・ネットワーク・オペレーティング・システム(NOS)の一部である。こうしたシステムには、IBM・LANサーバ・プログラム製品及びノベル社のNetWareプログラム製品が含まれる。

更に、ネットワーク・ファイル・システム(NFS)及びAndrewファイル・システム(DFS)などのサーバ・ファイル・システムが、UNIXオペレーティング・システムにもとづくサーバ上に提供される(UNIXはX/Open Company Ltdを通じて、米国及び他国において独占的に認可された登録商標である)。

【0011】既存のサーバ・ファイル・システムは、低レベル・ファイル・システム・アクセス要求の各々に対して、タイムアウト期間を割当てることにより、一時的な切断を補償する。タイムアウト期間内に要求が満たされない場合、システムはデータ通信リンクが切断され、処理が停止されることを通知する。

【0012】低レベル・ファイル・システム要求に対して適切なタイムアウト値を決定することは、困難である。タイムアウト期間が余り短く設定されると、システムは信号が間欠的中断を有じただけで切断を通知することになる。しかしながら、長いタイムアウト期間の選択によれば、システムは真のデータ通信リンク切断を検出する以前に、潜在的に長い期間待機することになり得る。タイムアウト値は通常、誤った切断指示を回避するのに必要なよりも、大きな値に設定される。タイムアウト値の選択は、ほとんどのサーバが異なるタイプのデータ通信リンクを有する移動装置をサポートするために、長い期間及び短い期間の両方をサポートしなければならないという事実により、一層複雑化する。

【0013】一時的な通信リンクの中断による間欠的切断を適切にサポートしつつ、実際の切断を検出するために必要とされる時間を最小化するタイムアウト技法を見い出すに当たり、技術的な問題が存在する。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の目的は、クライアント・ワークステーションにより確立されるデータ通信リンクに固有の、実際の遅延を測定し、その測定にもとづき、ファイル・システム要求タイムアウト値を調整することである。

【0015】本発明の別の目的は、通信リンクの間欠的切断と完全な切断とを区別し、実際の切断を検出するために要求される時間を最小化する装置を提供することである。

【0016】本発明の更に別の目的は、各タイプのファイル・システム要求に固有の処理遅延を認識し、異なるタイプのファイル・システム要求に対して、別のタイム

アウト値を確立する方法を提供することである。

【0017】本発明の更に別の目的は、異なる帯域幅及び切断頻度を有する複数タイプの接続に対して、単一のファイル・システム要求タイムアウト技法を提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明は、ネットワーク接続の実際の特性にもとづき、ファイル・システム要求タイムアウト値を動的に可変する機構を提供する。本発明は、使用されるデータ通信リンクにおいて見い出される遅延を測定し、現遅延特性にもとづき、タイムアウト値を動的に変更するクライアント側の装置及び方法に関する。

【0019】本発明は、ソース装置を1つ以上のターゲット装置に接続するネットワーク・システムにおいて、最小遅延によりネットワーク故障を検出する、コンピュータにより実行されるプロセスに関し、ネットワーク・システムが、可変通信帯域幅を有し、故障によらない間欠的切断を受ける複数の通信リンクの任意の1つを介して動作する。本発明は、次のステップを含むプロセスに関する。すなわち、1つ以上のターゲット装置の1つのネットワーク・サービス要求タイムアウト期間を初期化するステップと、1つ以上のターゲット装置の1つへの複数のネットワーク・サービス要求の各々に対して、通信リンクを介してネットワーク・サービス要求を発行するステップと、ネットワーク・サービス要求がタイムアウト期間内に満たされない場合、ネットワーク故障を通知するステップと、ネットワーク・サービス要求が満たされる場合、ネットワーク・サービス要求時間を測定するステップと、ネットワーク・サービス要求時間に応答して、タイムアウト期間を変更するステップとを、繰り返し実行するステップとを含む。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の好適な態様は、コンピュータ・システムのネットワーク内で使用される。図1は、本発明が実施されるコンピュータ100のネットワーク構成を示す。LANまたはWANが、サーバ104をクライアント・ワークステーション106、108、及び110に相互接続する。クライアントは各データ通信リンクを通じて接続される。クライアント・ワークステーション108は、赤外線リンクを用いて接続される。クライアント106は、電話またはセルラ電話リンクを通じて接続される。クライアント110は、専用ネットワーク配線を通じて接続される。これらのクライアントの各々は、異なるネットワーク遅延及び間欠的切断頻度を期待し得る。本発明の好適な態様は、上記の任意のデータ通信リンク・タイプにより動作するが、それらに制限されるものではない。無線リンクまたは光リンクなどの他の形態も使用され得る。更に、トーカンリング及びイーサネット・プロトコルなどの、任意の形態のネ

ットワーク・プロトコルが使用され得る。

【 0 0 2 1 】 各クライアント・ワークステーション及びサーバ・ワークステーションは、図2に示される構造と類似の構造を有する。ワークステーション202は、プロセッサ204、メモリ206、I/O制御装置208、及び通信制御装置210を含む。I/O制御装置208は、グラフィック表示装置214、キーボード216、永久記憶媒体218及び取り外し可能記憶媒体220などの、多数の装置をサポートする。記憶媒体は、磁気及び光ディスクまたはカートリッジを含む任意の既知のタイプである。通信制御装置210は、データ・リンク接続212上の通信を管理する。本発明は、多くの異なるコンピュータ・システム構成により実現され得る。好適な態様は、IBM ThinkPadコンピュータ・システム上で実現される（IBM及びThinkPadはIBMの商標である）。

【 0 0 2 2 】 本発明は、アプリケーション・プログラムまたはシステム・プログラムが、通信リンクを通じて、サーバ上のデータをアクセスすることを可能にする。図3は、本発明の好適な態様によるシステムのソフトウェア構造を示す。アプリケーション・プログラム302が、オペレーティング・システム304にデータ要求を発行することにより、処理のためのデータを要求する。オペレーティング・システムはシステム資源を管理し、資源に対するアプリケーション要求及びシステム要求を満たす役割をする。本発明は、IBM OS/2 Warpオペレーティング・システム、マイクロソフト・ウィンドウズNTオペレーティング・システム、及びUNIXオペレーティング・システムなどのオペレーティング・システム上で実行され得る。オペレーティング・システム304は、データ記憶装置308をアクセスすることにより、アプリケーションまたはシステム・ファイル要求を満たす（記憶装置308は、永久的に導入されるかまたは取り外し可能な構成の前述の任意のデータ記憶媒体である）。オペレーティング・システムは、オペレーティング・システム内に含まれるファイル・システム・アクセス・サービスを使用するか、導入可能なファイル・サービス（IFS）310を使用し得る。導入可能なファイル・サービスは、コンピュータ・システムのユーザが、特定のユーザ要求をサポートする特定のファイル・システムを導入することを可能にする。導入可能なファイル・システムの例に、IBM高性能ファイル・システム（HPFS）及びIBM AttachPak（アタッチパック）・プログラム製品のIBM移動ファイル同期（Mobile File Sync）機能がある。IBM LANリクエスタなどのLANクライアント・ソフトウェアは、ファイル・システム要求を横取りし、それをネットワークを介しサーバに渡して処理する導入可能なファイル・システムである。

【 0 0 2 3 】 導入可能ファイル・システムは、オペレ

ティング・システム・ファイル・サービス要求を横取りし、導入可能ファイル・システムの特定のサービスを用いて要求をサービスする。本発明の好適な態様は、移動ファイル同期導入可能ファイル・システム（IFS）において実現される。移動ファイル同期IFSは、ネットワークを使用するユーザのために、移動コンピュータ機能をサポートするように設計される。ユーザがネットワーク・リンク314を介してLAN/WAN構成に接続されるとき、アプリケーション・ファイル・システム要求がIFSによりネットワーク・インターフェースを通じてLAN/WANサーバに渡され、サービスされる。移動ファイル同期は、クライアント・システムにより使用データを局的にキャッシュする機構を含む。移動ファイル同期がデータ・リンク314の切断を検出すると、移動ファイル同期はローカル・キャッシング312からファイル・システム要求に応えようとする。好適な態様ではキャッシングを有するファイル・システムを使用するが、本発明はこうしたシステムに制限されるものではなく、オペレーティング・システム・ファイル・システム要求を横取りする任意のLANクライアントと共に使用され得る。

【 0 0 2 4 】 本発明は低レベル・ファイル・システム要求を処理する点で、非同期ファイル転送システムと異なる。非同期ファイル転送は通常、特定のファイルがサーバからクライアントに転送されることを要求する。ファイル転送ソフトウェアが伝送をモニタし、全てのブロックが送信され、受信されることを保証する。ファイル転送プログラムの幾つかは、失われたデータ・ブロックの再伝送を可能にする。本発明は、1レコードをデータ・ファイルから読出する要求などの、低レベル・ファイル・システム要求をサービスする。これらの要求は、データが局所的または遠隔的に見い出されることを認識しないアプリケーション・プログラムまたはシステム・プログラム302により発行される。本発明は、要求を遠隔サーバから透過的にサービスする。遠隔サーバは要求を、任意の他のローカル・データ要求をサービスするのと同様にサービスする。要求の直接サービスは、ネットワーク・ソフトウェアにより管理されるデータのクロス・ネットワーク転送に固有の遅延を回避する。

【 0 0 2 5 】 本発明は全てのタイプの低レベル・ファイル・システム要求をサポートする。図4は、アプリケーション・プログラムからのファイル読出し要求の処理を示す。この要求は、処理のための追加のデータを獲得するためにアプリケーション・プログラムにより発行され、例えばデータ・ファイルからの次のレコードに対する要求であったりする。

【 0 0 2 6 】 アプリケーション・ファイル読出し要求がオペレーティング・システムに渡され、オペレーティング・システムがファイル・システム読出し（FS読出し）をファイル・システム・サービスに発行する。導入

可能ファイル・システムがこの要求を横取りし、FS 読出しをネットワークを介してサーバに発行する。本発明による FS 読出しは、以降で詳述されるように、決定される動的タイムアウト値と一緒に発行される。FS 読出しはタイムアウト値と一緒に、データ通信リンクを介してサーバに伝送され、処理される。サーバは FS 読出しを物理装置に発行し、物理装置が要求データを返却する。データはネットワーク、導入可能ファイル・システム、及びオペレーティング・システムを介して、アプリケーションに返却される。

【0027】図4に示されるように、FS 読出し処理には時間遅延が存在する。特に、IFS の FS 読出し要求がサーバに発行されてから、応答が受信されるまでの遅延が、 t_1 として示される。時間 t_1 がタイムアウト値を伴う FS 読出しにより指定されるタイムアウト値を超過すると、導入可能ファイル・システムが切断を通知する。時間 t_2 がタイムアウト値未満である限り、たとえ実際に一時的な切断が発生しても、IFS は切断のためのアクションを起こさない。図4では、 t_1 の要素として、ネットワーク伝送遅延 t_1 、 t_2 、及び FS 読出し要求をサービスするために必要とされる遅延 t_3 が含まれるように示される。各タイプの要求 (FS 読出し、FS 書込みなど) は異なるサービス時間を要求するので、総遅延、従ってタイムアウト値が要求のタイプに依存して変化することが望ましい。

【0028】本発明は、要求をサービスするために必要とされる実際の時間を測定することにより、タイムアウト値を動的に変化させる。好適な態様は、最小レベルの間欠切断保護、及び実際の切断のための最大待機を提供するために、タイムアウト値の上限及び下限を設定する。好適な態様では、これらのパラメータが、システム・ユーザにより特定の状況に適応するように設定される。

【0029】本発明のプロセスが図5に示される。プロセスは 502 で開始し、最小、最大、及び現タイムアウト値を設定することにより開始する。好適な態様では、最小タイムアウト値として 15 秒、最大タイムアウト値として 60 秒を使用する。最初に、現タイムアウト値が最大値にセットされる (504)。システムは次に、サーバ・ファイル・システムへの初期接続を試行する (506)。接続要求が送信されるとき、接続タイマが始動される (508)。タイムアウト期間の満了以前に接続が完了されない場合、システムは接続の故障を通知し、ファイル・システムは接続が確立されるまで切断モードで動作する (514)。接続が成功裡に完了すると (510)、接続のために要求される時間長が接続タイマから測定される (512)。好適な態様では、経過時間を決定するために、31.25 ミリ秒のシステム・クロックを読み出す (図7参照)。他の接続タイマは、例えば非同期 DOS タイマとして使用され得る。

【0030】次に、接続時間が最小タイムアウト値と比較される (518)。接続時間が最小タイムアウト値以下の場合、現タイムアウト値が最小タイムアウト値に設定される (520)。それ以外では、現タイムアウト値が、接続時間と指定バッファ時間との和に設定される (522)。好適な態様では、バッファ時間は異なるタイプのファイル・システム呼び出しに対応して異なる。

【0031】接続時に設定される現タイムアウト値は、次のファイル・システム要求に対して使用され (524)、次にその要求に対する応答時間にもとづき調整される。ファイル・システム要求をサーバに送信する以前に、本発明のファイル・システムは、接続が存在するか否かをテストする (526)。接続が存在しない場合、切断が通知され、ファイル・システムは切断モードに入る (514)。接続が存在する場合には、ファイル・システム要求がタイムアウト値と一緒にサーバに送信される (527)。ファイル・システム要求タイマが始動され (530)、成功の完了時に測定される (532)。システムは、ファイル・システム要求がタイムアウト期間内に満たされたか否かをテストする (528)。満たされない場合、システムは切断モードに入る (514)。それ以外では、実際の要求サービス時間が計算される。タイムアウト値を動的に調整するステップ 518 乃至 522 が、各ファイル・システム要求に対して繰り返される。

【0032】好適な態様では、バッファ値が各ファイル・システム要求タイプに対して確立される。各ファイル・システム要求タイプは、実際の要求サービス時間にもとづき、個々のタイムアウト値を与えられる。各ファイル・システム要求タイプに対するバッファ値及びタイムアウト値がテーブル内に記憶され、そのタイプの要求が発行される度にアクセスされる。ファイル・システム要求に対するバッファ値及びタイムアウト値のテーブルの使用が、図6に示される。代替態様では、単一のバッファ値及び单一のタイムアウト値にもとづく。これらの代替態様のタイムアウト値は、多くのサービス・タイプによる、より大きな変化を許容しなければならない。バッファ値は、最長ファイル・サービス要求の処理を可能にするために、十分大きくなければならない。これは短い期間のファイル・システム要求に対しては、最適な切断認識とはならない。

【0033】ファイル・システムは、ネットワーク接続が復元されたことを示す指示を受信するまで (516)、切断モードに維持される (514)。この指示は幾つかの方法で生成され得る。本発明の好適な態様では、ファイル・システムが周期的にサーバをポーリングし、ファイル・システムがサーバに接続されたか否かを判断する (図8参照)。好適な態様のファイル・システムは、自身が接続されるように意図するディレクトリに対するパス問い合わせ (QueryPath) 要求を発行する。

応答が受信されるまでプロセスは停止する。タスクは5秒スリープし、成功したかどうかをテストする。不成功の場合、切断モードが通知される。成功の場合には、接続モードが通知される。

【0034】代わりに、クライアントへの接続が再確立される度に、サーバが信号を送信してもよい。

【0035】上述の説明から、当業者には、本発明の趣旨から逸脱すること無しに様々な変更が本発明の好適な態様において可能であることが理解されよう。特に、説明の中ではファイル・システム要求が使用されたが、シリアル装置、プリンタ、及びプロセッサ時間などの他の共用資源に対する要求も、同様に取り扱うことができる。従って、上述の説明は本発明の実施例として挙げたものであり、本発明を制限するものではない。

【0036】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0037】(1) ソース装置を1つ以上のターゲット装置に接続するネットワーク・システムにおいて、最小遅延によりネットワーク故障を検出する方法であって、前記ネットワーク・システムが、可変通信帯域幅を有し、故障によらない間欠的切断を受けやすい複数の通信リンクの任意の1つを介して動作するものにおいて、前記1つ以上のターゲット装置の1装置のネットワーク・サービス要求タイムアウト期間を初期化するステップと、前記1つ以上のターゲット装置の前記1装置への複数のネットワーク・サービス要求の各々に対して、前記通信リンクを介して前記ネットワーク・サービス要求を発行するステップと、前記ネットワーク・サービス要求が前記タイムアウト期間内に満たされない場合、ネットワーク故障を通知するステップと、前記ネットワーク・サービス要求が満たされる場合、ネットワーク・サービス要求時間を測定するステップと、前記ネットワーク・サービス要求時間に応答して、前記タイムアウト期間を変更するステップと、を繰り返し実行するステップと、を含む、方法。

(2) 前記初期化ステップが、前記ターゲット装置の各々に対する最小タイムアウト値及び最大タイムアウト値を受信するステップと、前記1つ以上のターゲット装置の前記1装置に対して、前記ネットワーク・サービス要求タイムアウト期間を前記最大タイムアウト値に設定するステップと、を含む、前記(1)記載の方法。

(3) 前記ソース装置がシステム・クロックを含み、前記測定ステップが、前記システム・クロックを読み出し、第1のシステム・クロック値を記憶領域に記憶するステップと、前記タイムアウト期間の終了以前に前記ネットワーク・サービス要求が成功裡に完了したときに、前記システム・クロックを読み出し、第2のシステム・クロック値を決定するステップと、前記ネットワーク・サービス要求時間を、前記第2のシステム・クロック値と前記第1のシステム・クロック値との差として決定するステ

ップと、を含む、前記(1)記載の方法。

(4) 前記変更ステップが、前記ネットワーク・サービス要求時間が前記最小タイムアウト値以下の場合、前記タイムアウト期間を前記最小タイムアウト値に設定するステップと、前記ネットワーク・サービス要求時間が前記最小タイムアウト値よりも大きい場合、前記タイムアウト期間を、前記ネットワーク・サービス要求時間とサービス要求バッファ・インターバルとの和、または前記最大タイムアウト値のいずれか小さい方に設定するステップと、を含む、前記(2)記載の方法。

10 (5) 前記通知ステップが、独立タイマを前記タイムアウト期間により初期化するステップと、前記ネットワーク・サービス要求が発行されるときに、前記独立タイマを始動するステップと、前記独立タイマが前記タイムアウト期間を満了する以前に、前記ネットワーク・サービス要求が満たされる場合、前記独立タイマを取り消すステップと、前記ネットワーク・サービス要求が満たされる以前に、前記独立タイマが前記タイムアウト期間を満了する場合、前記ネットワーク・サービス要求を取り消し、前記独立タイマを取り消し、前記ネットワーク故障を通知するステップと、を含む、前記(1)記載の方法。

20 (6) 前記ネットワーク・サービス要求が複数のネットワーク・サービス要求タイプの任意の1つであり、前記サービス要求バッファ値及び前記タイムアウト期間が記憶され、前記各ネットワーク・サービス要求タイプに対して独立に適用される、前記(4)記載の方法。

(7) 前記ネットワーク・サービス要求が低レベル・ファイル・システム要求である、前記(1)記載の方法。

30 (8) 前記ネットワーク故障の通知に応答して、前記ソース装置を切断状態に設定するステップを含む、前記(1)記載の方法。

(9) ネットワーク・サービス要求を発行する以前に、前記ネットワークの接続状態をテストするステップと、前記ソース装置が前記切断状態にある任意の期間の間に、接続状態を周期的にテストするステップと、を含む、前記(8)記載の方法。

40 (10) 所定回数の試行の後、前記ネットワーク・サービス要求を受け取ったことを前記ターゲット装置が通知できないことに応答して、前記ソース装置を無活動状態に設定するステップと、再接続に際して、前記ターゲット装置から前記ソース装置に信号を送信するステップと、を含む、前記(9)記載の方法。

(11) 前記ソース装置が前記切断状態の場合、前記ネットワーク・サービス要求をソース装置キャッシュから満たすステップを含む、前記(8)記載の方法。

(12) ネットワーク・システムに接続される分散コンピュータ・システムにおいて使用されるコンピュータ・プログラム製品であって、ソース装置を1つ以上のターゲット装置に接続するネットワーク・システムにおい

て、最小遅延によりネットワーク故障を検出するためのコンピュータ読出し可能プログラム・コード手段を含むコンピュータ使用可能媒体を含み、前記ネットワーク・システムが、可変通信帯域幅を有し、故障によらない間欠的切断を受けやすい複数の通信リンクの任意の1つを介して動作するものにおいて、前記コンピュータ・プログラム製品が、前記1つ以上のターゲット装置の1装置のネットワーク・サービス要求タイムアウト期間を初期化するようコンピュータに指示するコンピュータ読出し可能プログラム・コード手段と、前記1つ以上のターゲット装置の前記1装置への複数のネットワーク・サービス要求の各々に対して、前記通信リンクを介して前記ネットワーク・サービス要求を発行するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、前記ネットワーク・サービス要求が前記タイムアウト期間内に満たされない場合、ネットワーク故障を通知するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、前記ネットワーク・サービス要求が満たされる場合、ネットワーク・サービス要求時間を測定するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、前記ネットワーク・サービス要求時間に応答して、前記タイムアウト期間を変更するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、を繰り返すようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、を含む、コンピュータ・プログラム製品。

(13) 前記初期化のためのコンピュータ・プログラム製品手段が、前記ターゲット装置の各々に対する最小タイムアウト値及び最大タイムアウト値を受信するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、前記1つ以上のターゲット装置の前記1装置に対して、前記ネットワーク・サービス要求タイムアウト期間を前記最大タイムアウト値に設定するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、を含む、前記(12)記載のコンピュータ・プログラム製品。

(14) 前記ソース装置がシステム・クロックを含み、前記測定のためのコンピュータ・プログラム製品手段が、前記システム・クロックを読出し、第1のシステム・クロック値を記憶領域に記憶するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、前記タイムアウト期間の終了以前に前記ネットワーク・サービス要求が成功裡に完了したときに、前記システム・クロックを読出し、第2のシステム・クロック値を決定するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、前記ネットワーク・サービス要求時間を、前記第2のシステム・クロック値と前記第1のシステム・クロック値との差として決定するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ

・プログラム製品手段と、を含む、前記(12)記載のコンピュータ・プログラム製品。

(15) 前記変更のためのコンピュータ・プログラム製品手段が、前記ネットワーク・サービス要求時間が前記最小タイムアウト値以下の場合、前記タイムアウト期間を前記最小タイムアウト値に設定するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、前記ネットワーク・サービス要求時間が前記最小タイムアウト値よりも大きい場合、前記タイムアウト期間を、前記ネットワーク・サービス要求時間とサービス要求バッファ・インターバルとの和、または前記最大タイムアウト値のいずれか小さい方に設定するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、を含む、前記(13)記載のコンピュータ・プログラム製品。

(16) 前記通知のためのコンピュータ・プログラム製品手段が、独立タイムを前記タイムアウト期間により初期化するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、前記ネットワーク・サービス要求が発行されるときに、前記独立タイムを始動するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、前記独立タイムが前記タイムアウト期間を満了する以前に、前記ネットワーク・サービス要求が満たされる場合、前記独立タイムを取り消すようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、前記ネットワーク・サービス要求が満たされる以前に、前記独立タイムが前記タイムアウト期間を満了する場合、前記ネットワーク・サービス要求を取り消し、前記独立タイムを取り消し、前記ネットワーク故障を通知するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、を含む、前記(12)記載のコンピュータ・プログラム製品。

(17) 前記ネットワーク・サービス要求が複数のネットワーク・サービス要求タイプの任意の1つであり、前記サービス要求バッファ値及び前記タイムアウト期間が記憶され、前記各ネットワーク・サービス要求タイプに對して独立に適用される、前記(15)記載のコンピュータ・プログラム製品。

(18) 前記ネットワーク・サービス要求が低レベル・ファイル・システム要求である、前記(12)記載のコンピュータ・プログラム製品。

(19) 前記ネットワーク故障の通知に応答して、前記ソース装置を切断状態に設定するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段を含む、前記(12)記載のコンピュータ・プログラム製品。

(20) ネットワーク・サービス要求を発行する以前に、前記ネットワークの接続状態をテストするようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラ

17

ム製品手段と、前記ソース装置が前記切断状態にある任意の期間の間に、接続状態を周期的にテストするようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、を含む、前記(19)記載のコンピュータ・プログラム製品。

(21) 所定回数の試行の後、前記ネットワーク・サービス要求を受け取ったことを前記ターゲット装置が通知できないことに応答して、前記ソース装置を無活動状態に設定するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、再接続に際して、前記ターゲット装置から前記ソース装置に信号を送信するようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段と、を含む、前記(20)記載のコンピュータ・プログラム製品。

(22) 前記ソース装置が前記切断状態の場合、前記ネットワーク・サービス要求をソース装置キャッシュから満たすようコンピュータ・システムに指示するコンピュータ・プログラム製品手段を含む、前記(19)記載のコンピュータ・プログラム製品。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好適な態様が実現されるシステムのブロック図である。

【図2】本発明が実現されるコンピュータ・システムのブロック図である。

【図3】アプリケーション・プログラム、オペレーティ

10

18

ング・システム、及びファイル・システム・プログラム間の関係を示すブロック図である。

【図4】ネットワークを横断するファイル・システム要求のタイミングを示すタイミング図である。

【図5】本発明のステップのフローチャートを示す図である。

【図6】代替態様における本発明のステップの詳細なフローチャートを示す図である。

【図7】本発明の応答モニタにおけるステップのフローチャートを示す図である。

【図8】接続テスト・デーモンのステップのフローチャートを示す図である。

【符号の説明】

100 コンピュータ

104 サーバ

106, 108, 110 クライアント

202 ワークステーション

212 データ・リンク接続

214 グラフィック表示装置

216 キーボード

218 永久記憶媒体

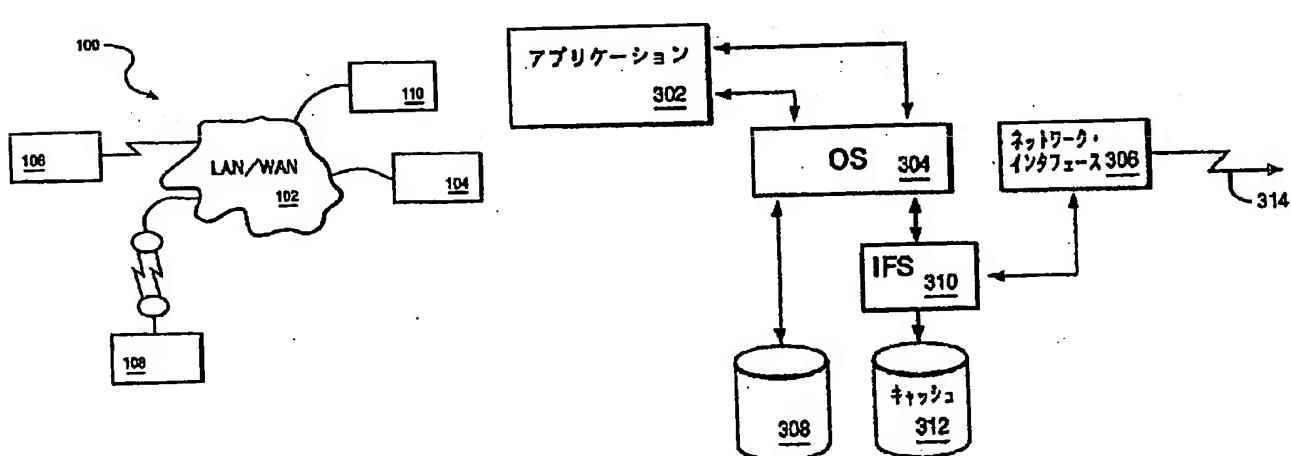
220 取り外し可能記憶媒体

308 データ記憶装置

314 ネットワーク・リンク

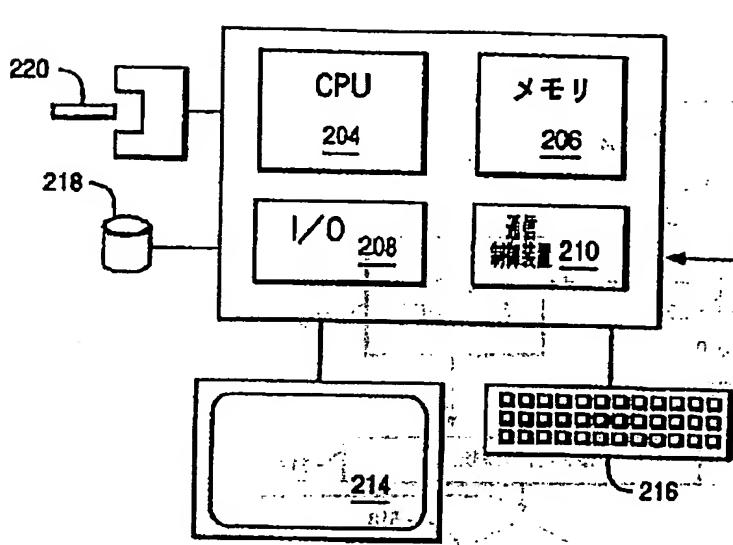
20

【図3】

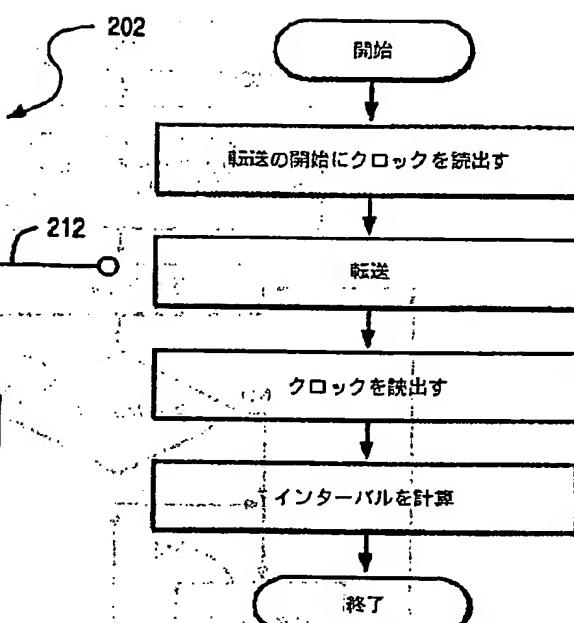


【図1】

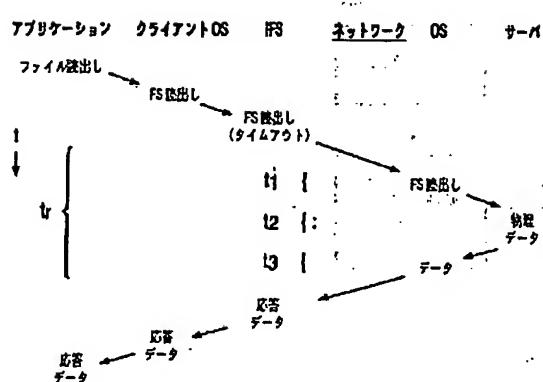
【図2】



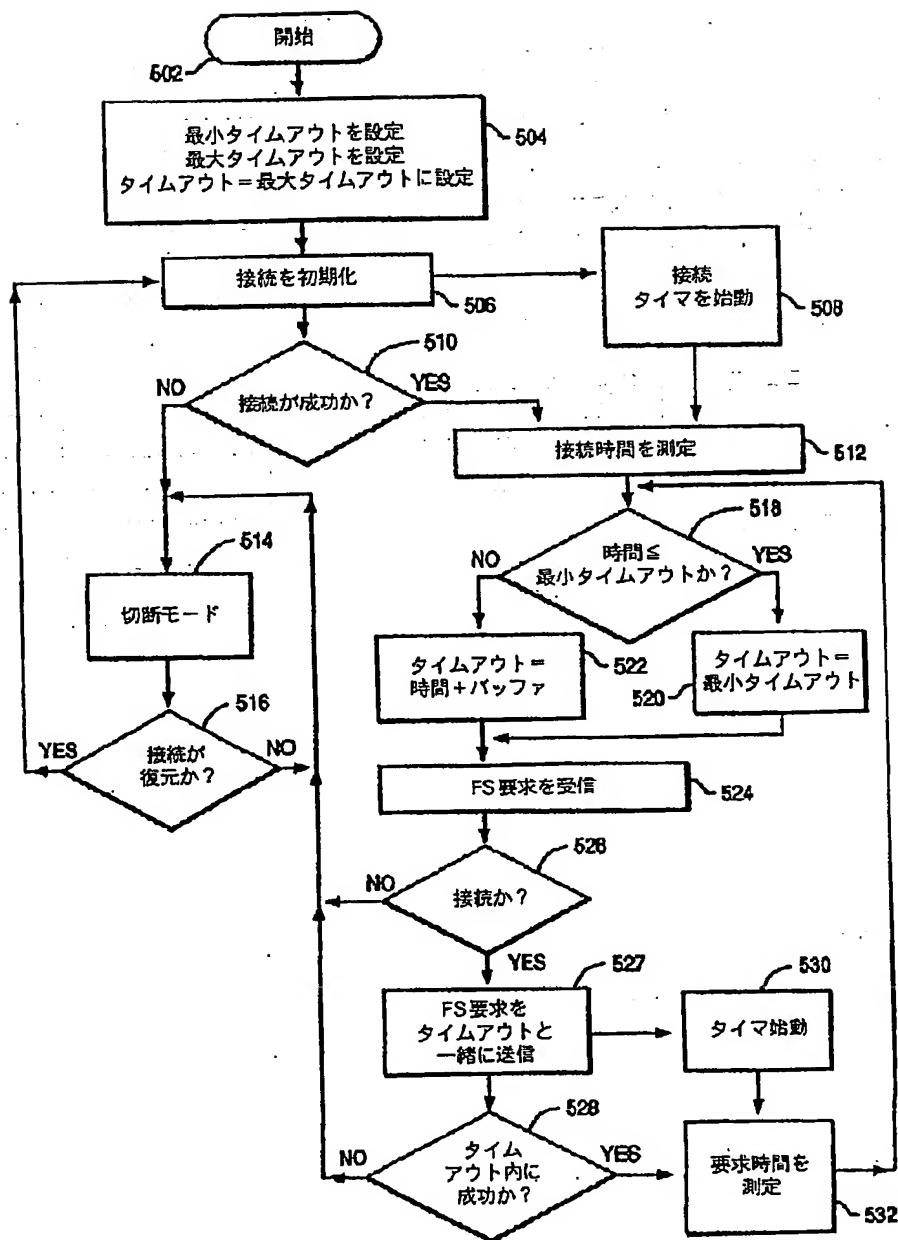
【図7】



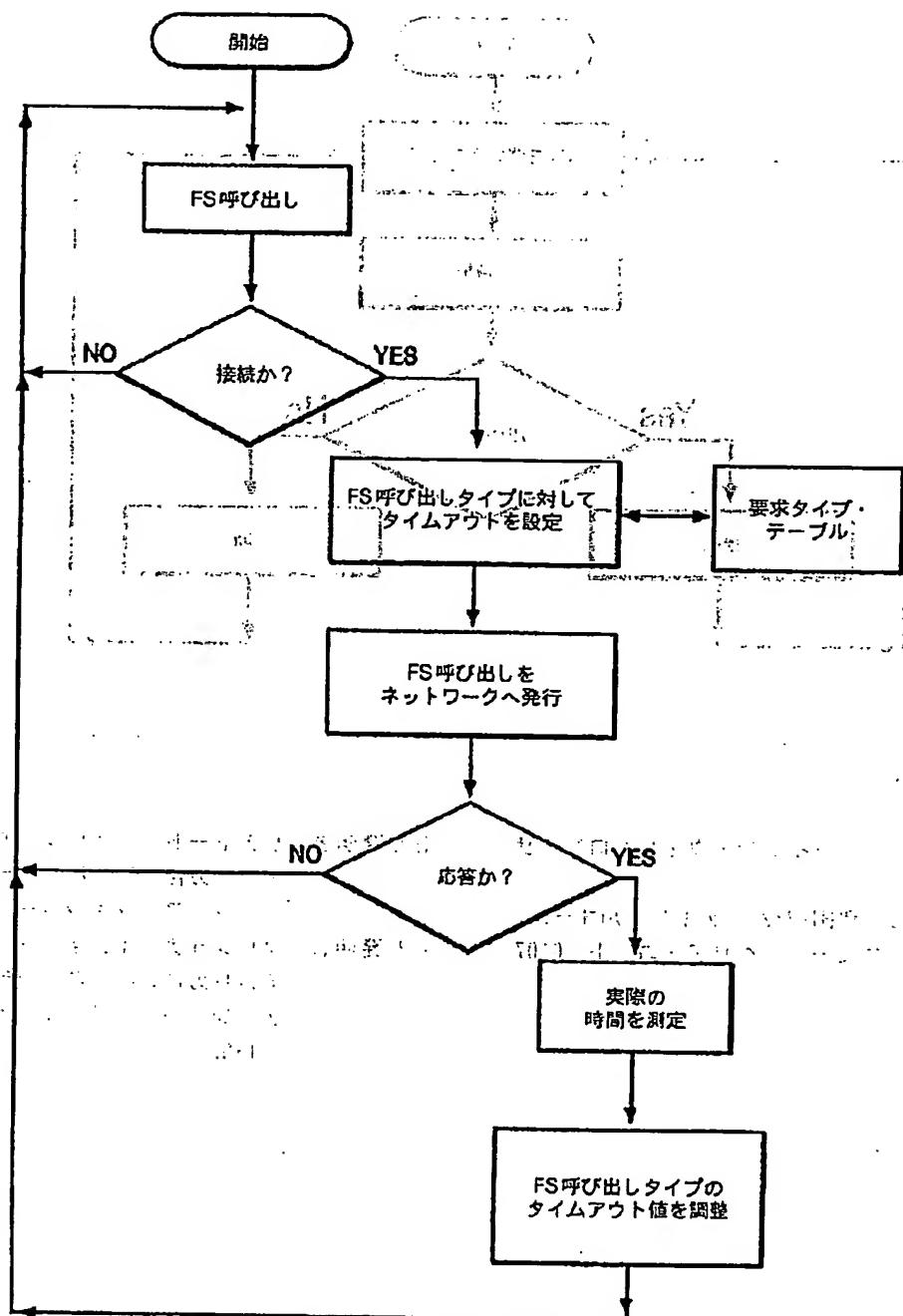
【図4】



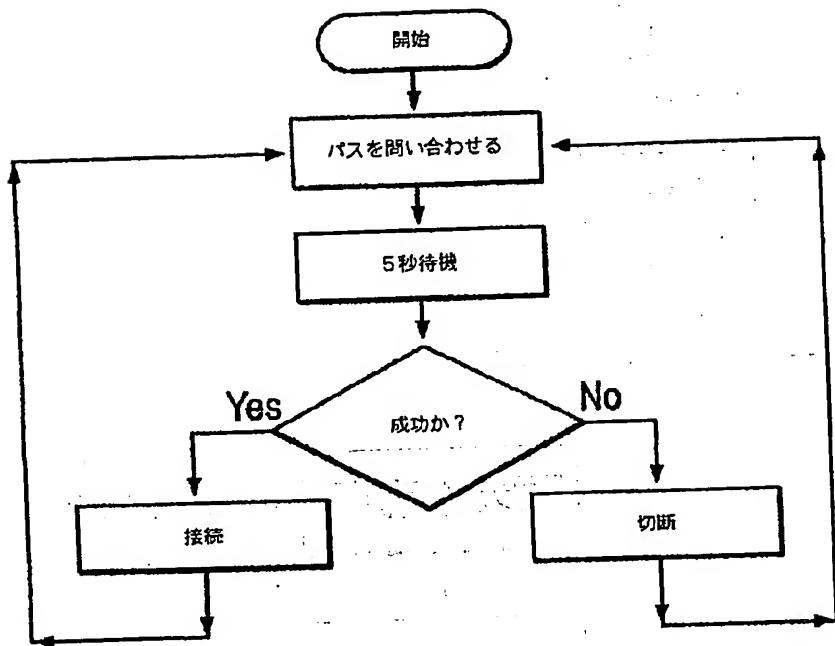
【図 5】



【図 6】



【図 8】



フロントページの続き

(72) 発明者 セオドア・クレイトン・ウォルドロン、サード
 アメリカ合衆国78727、テキサス州オース
 ティン、ニュー・イベリア・コート 6107
 ビィ

(72) 発明者 リチャード・バイロン・ワード
 アメリカ合衆国78726、テキサス州オース
 ティン、アップルツリー・レーン 11208
 クリシュナ・キシヨー・イエルペディ
 アメリカ合衆国78729、テキサス州オース
 ティン、パートリッジ・ベンド・ドライブ
 13026